

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-113387

(43)Date of publication of application : 24.04.2001

---

(51)Int.Cl.

B23K 35/26  
// H05K 3/34

---

(21)Application number : 11-297845

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP  
NITTETSU MICRO METAL:KK  
NIPPON FIRAA METALS:KK

(22)Date of filing : 20.10.1999

(72)Inventor : TANAKA MASAMOTO  
ENDO MICHIO  
TERAJIMA SHINICHI  
HASHINO HIDEJI  
TATSUMI KOHEI  
FUJISHIMA MASAMI  
NAKAMORI TAKASHI  
SUZUKI TAKEKAZU  
SATO TADASHI

---

(54) SOLDER ALLOY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solder alloy in which cracking is less prone to be generated even in the case of being used for the part applied with thermal stress in an electronic apparatus so as to be applied with a temperature cycle, where cracking progresses in the solder joint part by thermal stress as the lapse of a long time, and, finally, its conduction is made inferior.

SOLUTION: This solder alloy excellent in fatigue resistance is obtained by adding, by mass, 0.5 to 3.0% Ag, 0.001 to 0.3% Zn, moreover, 0.1 to 2% Sb, further, 0.05 to 0.5% Cu and/or 0.001 to 0.02% Ni to solder having an Sn-Pb eutectic composition of 60 to 70% Sn.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The pewter alloy characterized by consisting of 60 to Sn70 mass %, 0.5 to Ag3.0 mass %, 0.001 to Zn0.3 mass %, the remainder Pb, and an unescapable impurity.

[Claim 2] The pewter alloy further characterized by including Sb0.1 - 2 mass % at the presentation of a pewter alloy according to claim 1.

[Claim 3] The pewter alloy further characterized by including 0.05 to Cu0.5 mass %, and/or nickel0.001 - 0.02 mass % at the presentation of a pewter alloy according to claim 1 or 2.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-113387

(P2001-113387A)

(43) 公開日 平成13年4月24日 (2001.4.24)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
B 2 3 K 35/26	3 1 0	B 2 3 K 35/26	3 1 0 A 5 E 3 1 9
// H 0 5 K 3/34	5 1 2	H 0 5 K 3/34	5 1 2 C

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-297845

(22) 出願日 平成11年10月20日 (1999. 10. 20)

(71) 出願人 000006655  
新日本製鐵株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(71) 出願人 595179228  
株式会社日鉄マイクロメタル  
埼玉県入間市大字狭山ヶ原158番地1

(71) 出願人 595163375  
株式会社日本フィラーメタルズ  
千葉県東葛飾郡関宿町元町487番地

(74) 代理人 100067541  
弁理士 岸田 正行 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハンダ合金

(57) 【要約】

【課題】 温度サイクルが負荷される様な電子機器では、ハンダ接合部に熱応力により長時間経過する内に亀裂が進展し、最後には導通不良となる。そのような熱応力を受ける部位に用いても亀裂が発生しにくいハンダ合金を提供することにある。

【解決手段】 Sn60～70質量%のSn-Pb共晶組成のハンダに、Ag0.5～3.0質量%、Zn0.001～0.3質量%、更にSb0.1～2質量%、更にCu0.05～0.5質量%、および/またはNi0.001～0.02質量%添加した耐疲労性に優れたハンダ合金。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Sn60～70質量%、Ag0.5～3.0質量%、Zn0.001～0.3質量%、残部Pb及び不可避不純物からなることを特徴とするハンダ合金。

【請求項2】 請求項1記載のハンダ合金の組成に、更に、Sb0.1～2質量%を含むことを特徴とするハンダ合金。

【請求項3】 請求項1または請求項2記載のハンダ合金の組成に、更に、Cu0.05～0.5質量%、および/またはNi0.001～0.02質量%を含むことを特徴とするハンダ合金。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はハンダ合金に関するものである。更に詳細には、プリント配線基板にCPUや電子部品を実装する際に用いられるBGA用ハンダボール合金に関するものであり、温度サイクル等の繰り返し応力が負荷されることにより金属疲労が起こりやすい環境において使用される電子部品の微小ハンダ接合部に適したハンダ合金に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】プリント配線基板等に電子部品を実装する際は、一般にSn-Pb共晶周辺(Sn63-Pb37)のハンダ合金が広く使用されており、昨今急増しているBGA(Ball Grid Array)用ハンダボールにおいても同様なハンダ成分が主に使用されている。電子機器に組み込まれたプリント基板や、BGAが用いられている集積回路素子基板では、当該装置スイッチのON/OFFに伴い、加熱冷却を繰り返すという熱衝撃サイクル環境下に曝されている。

【0003】ハンダ接合部が熱衝撃サイクル環境下に曝されると、電子部品とプリント基板との熱膨張係数差により熱応力が生じる。特に集積回路チップを直接基板に取り付けるフリップチップ接続等の微小ハンダボール接続では、Siチップ素子と実装プリント配線基板等を直接ハンダボールで接続するため、シリコンチップとプリント配線基板の熱膨張係数差は非常に大きく、非常に大きな熱応力発生によりフリップチップ接続部のハンダにクラックが発生し破壊に至る。これは接合部ハンダ材料の強度が他の被接合部材に比して材料強度的に弱いため、熱応力が接合部に集中することによる。

【0004】従来熱応力によりハンダ接合部が破壊されやすい部位には、部品リードを湾曲させ熱応力を部品で緩和するような実装形態設計で対応したり、接合部の電極パッドを大きくする対応、即ち接合部ハンダ量を増やし結果として接合部強度を上げる等の対策がなされてきた。

【0005】しかしながら、近年の電子部品の高密度実装に伴い、特にノートパソコン、ビデオカメラ、携帯

電話等においては表面実装やBGA実装が進み、基板電極パッド面積の縮小が急激に進んでいるため、接合部位のハンダ量を少量化せざるを得ない状況にある。即ち、ハンダ接合部位の強度は低下している。また、高密度実装により、高機能・小型化が進んだため情報伝達機器の携帯化も急速に進展した。加えて経済活動領域が地球規模に及ぶに至り、従来考えてもいなかった灼熱の砂漠や極地高地の極寒下等での当該機器が使用される様になっている。このような状況下では、ハンダ接合部が一層厳しい環境下に曝されることを考慮したハンダ実装設計が求められており、そのため、ハンダ材料に対する高強度化並びに耐疲労性向上の要求がより一層高まっている。上記のハンダ材料への要求に対しては、従来よりSn-Pb系合金に第三元素を添加する等でハンダ材料の強度向上が図られてきた。

【0006】Sn-Pb系合金に第三元素を添加したものとして、特開平1-127192号や特開平1-1237095号公報等では、Sb、In、Ag、Cu、Te、Ni等を添加し耐疲労性を向上させている。この他にも様々なハンダ合金が提案されているが、その多くはSn-Pb系合金へ第三元素を添加することにより、ハンダ組織中のSn相とPb相の粒界に金属間化合物を析出させ、この化合物により結晶粒の粗粒化を抑制したり、塑性変形を抑制するピンニングのピンサイトとして機能させることにより、合金の強度、耐クリープ性、耐疲労性を向上させることが試みられている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ハンダの疲労破壊は接続部における熱応力がハンダ材料に集中することにより生じる。即ち、接続部が弾性塑性変形能と接続を保持するだけの強度を有し熱応力を吸収し、被接続部材から負荷される応力を緩和している。ハンダ組織中や結晶粒界に金属間化合物を分散・析出させると、粒界滑りや破壊クラック進展の抑制にある程度の効果はあるが、脆く硬い性質を有する金属間化合物を一定量以上存在させるとハンダの延展性を阻害し、接続部の応力緩和を低下させることになる。従来の耐疲労ハンダの代表的なものとして、Sn-Pb系合金に第三元素として少量Agを添加し耐疲労性を向上させたものがこの代表的な例であり、Ag<sub>3</sub>Sn金属間化合物を析出させ粒界滑りを抑制し耐疲労性を向上させている。しかしながら、Sn-Pb系合金に第三元素として少量Agを添加した場合、Sn-Pb系合金共晶組成(Sn63-Pb37)に比して強度は約20%程度上がるものの、伸びは逆に約20%減少し、総合的な耐疲労性の改善代は余り大きくない。即ち、プリント配線基板にCPUや電子部品を実装する際に用いられるBGA用ハンダボール合金等で必要とされる耐疲労に優れたハンダとは、実装部品を保持するための強度と、熱応力等を緩和するための延展性を兼ね備えたハンダ合金であり、従来そのような強度と延展

性を満足するようなSn-Pb系ハンダ合金は見出されていなかった。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者らが、従来のSn-Pb系合金に少量Agを第三元素として添加し耐疲労性を向上させたハンダ合金の弱点であった、強度は上がるが延びがなくなる点の改善に鋭意取り組み、ハンダ合金の耐疲労特性を向上させる手段を探索した結果、Sn-Pb系合金にZn、Agを同時添加した合金が耐疲労性を向上させることを見出し、本発明を完成させた。

【0009】本発明は、Sn60～70質量%、Ag0.5～3.0質量%、Zn0.001～0.3質量%、残部Pb及び不可避不純物からなることを特徴とするハンダ合金であり、またはSn60～70質量%、Ag0.5～3.0質量%、Zn0.001～0.3質量%、Sb0.1～2質量%、残部Pb及び不可避不純物からなることを特徴とするハンダ合金であり、更にはSn60～70質量%、Ag0.5～3.0質量%、Zn0.001～0.3質量%、Sb0.1～2質量%と、Cu0.05～0.5質量%および/またはNi0.001～0.02質量%、残部Pb及び不可避不純物からなることを特徴とするハンダ合金である。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明のハンダ合金は、ハンダ凝固組織中に金属間化合物を析出させる従来タイプの耐疲労ハンダの弱点であった強度向上に逆比例していた延展性不足に鑑みてされたものである。即ち、液体状態では均一に溶解し、固体状態では凝固組織中に過度に金属間化合物が析出することなく、更にハンダ合金自身が少量のハンダで実装部品を保持するために必要とする十分な強度を持ち、熱応力等を緩和するための延展性をSn-Pb系合金共晶組成並又はそれ以上の延展性を兼ね備えた、耐疲労性に優れたハンダ合金である。

【0011】本発明の特徴は、Sn-Pb系合金にZn、Agを同時添加した合金、Sn-Pb系合金にZn、Ag、Sbを同時添加した合金、またはSn-Pb系合金にZn、Ag、Sb、Cuを同時添加した合金からわかるように、微量のZnをAgと共に添加することにより、従来不足していた延展性を損なうことなく強度を上げ、総合的に耐疲労性を向上させている点にある。本発明におけるハンダ合金成分組成を規定した理由について以下に説明する。

【0012】SnはPbと合金化した時、共晶点(Sn63質量%)で融点が一番低くなる共晶温度(183℃)をとる。本発明のハンダ合金はプリント配線基板上にCPUや電子部品を実装する際に用いられるBGA用ハンダボール等での接合に適する成分とするためには、Sn60～70質量%とする必要がある。

【0013】AgはSn-Pbハンダ合金に添加すると、ハンダ凝固時にAg<sub>3</sub>Sn等の金属間化合物を結晶

粒界等に微細析出し、結晶粒界滑り等を抑制し、疲労破壊進展を抑制する効果がある。Sn-Pbハンダ合金中に、0.5質量%より少ない添加量では耐疲労性に顕著な改善は見られず、また3質量%以上の添加では液相線温度が上昇し、プリント配線基板上にCPUや電子部品を実装する際に用いられるBGA用ハンダには適さなくなる。

【0014】上記のSn-PbにAgを添加しただけのハンダ合金では、強度と展延性の両者を有するハンダとはならないが、これにZnを同時添加することで両特性を兼ね備えたハンダとすることができる。

【0015】Znは、一般にハンダの流動性の低下や酸化皮膜の形成で仕上がり外観を害するので、有害な元素とされているが、Agとの複合添加では異なった挙動が見出された。すなわち、ZnはSn-Pbハンダ合金中において、Pbには固溶せずSn相には固溶し結晶粒の微細化や固溶強化により機械強度を向上させるが、同時に上記したAg-Sn金属間化合物の析出核となり該金属間化合物を分散析出させハンダ合金の延性、すなわち耐疲労性を改善する効果を合わせ持っている。Znは0.001質量%より少ない添加量ではその効果が現れず、一方0.3質量%以上Znを添加するとハンダの流動性が低下してハンダ付け性が阻害される。したがって、本発明のZn量は0.001～0.3質量%である。更にハンダ付け性を阻害せず、Agと同時に添加して延性改善により望ましいZn量は0.002～0.05質量%である。

【0016】上記の合金組成に更にSbを添加すると、引張り強度等の機械特性改善並びに低温破壊靱性改善等に効果があるが、量が多くなるとハンダの濡れ性が悪くなる。SbはSn-Pbハンダ合金において0.1質量%より添加量が少なく機械特性・低温破壊靱性に対する改善は認められなくなり、一方2質量%以上の添加量になると濡れ性が悪くなりハンダ付け性が阻害される。

【0017】本発明では、ハンダ接合部における部品保持強度や耐クリープ性の更なる向上を求められた場合、CuやNiを同時に、又は別々に添加しても良い。

【0018】この際、CuはSn-Pbハンダ合金中において、結晶を微細化し、機械的強度を向上させる。しかしながら、Cuを過剰にSn-Pbハンダ合金に添加すると、融点が高くなる。CuはSn-Pbハンダ合金中において、0.05質量%より少ない添加量では機械的強度改善・耐疲労性改善に効果がなく、一方、0.5質量%以上のCuを添加すると液相線温度が急激に上昇し、プリント配線基板上にCPUや電子部品を実装する際に用いられるBGA用ハンダには適さなくなる。

【0019】またその際、NiはSn-Pbハンダ合金中において、Pb中に固溶し、機械的強度を向上させる。しかしながら、NiのPbに対する固溶限が常温では約0.02質量%であり、固溶限を超えて過剰にNi

を添加するとSn-Ni金属間化合物が析出し、合金の延展性を損なうことから、添加Ni量は0.001～0.02質量%が適当である。

【0020】本発明のハンダ合金中には、JIS-Z3282のA級で規定されているような他の成分、Bi:0.05以下、Fe:0.03以下、Al:0.005以下、As:0.03以下、Cd:0.005以下等が不可避元素として混入しても特性に影響を与えることはない。これ以外の元素でも、本発明の合金が有する特性に影響しない程度の量であれば含有していても差し支えない。

【0021】本発明のハンダ合金は、高融点の金属を添加しているにもかかわらず、液相線温度はSn-Pb共晶ハンダとほぼ同じであり、プリント配線基板にCPUや電子部品を実装する際に用いられるBGA用ハンダに適しているのみならず、ディップハンダ付け、リフローハンダ付け、鍍付け等のあらゆるハンダ付けに対応可能な、機械的強度及び耐疲労性に優れたハンダ合金である。

＊る。

【0022】なお、BGA等に用いる微小ハンダボールとして、本発明のハンダ合金成分を有するハンダボールは好ましい実施の形態である。

【0023】

【実施例】表1に示すハンダ合金を作製し、それぞれについて以下に示すSiチップ部品と基板をハンダ付けし、それをフリップチップ接続したものを試験片とした。試験は、温度サイクル熱衝撃試験を行い、400サイクル後のハンダ接合部（64ポイント）の破断率から、耐疲労性を評価した。本評価手法は、Siチップとガラスエポキシ樹脂基板という熱膨張係数の大きな部材に、評価ハンダ合金をφ300μmのボールにしたものをフリップチップ接続し評価したものであり、微量ハンダ合金の疲労特性を評価するに相応しい非常に厳しい疲労特性評価手法である。

【0024】

【表1】

	組 成 (重量%)									接合部 破断率 %	備 考
	Pb	Sn	Zn	Ag	Sb	Cu	In	Te	Ni		
実施例1	残	63	0.003	2.0						48.0	
実施例2	残	63	0.050	2.0	0.5					41.0	
実施例3	残	63	0.100	2.0	0.3					42.0	
実施例4	残	63	0.003	3.0	0.3					35.0	
実施例5	残	63	0.003	0.5	0.3	0.10			0.001	38.0	
比較例1	残	63								100.0	共晶ハンダ
比較例2	残	62		2.0						78.0	鉛入りハンダ
比較例3	35	残		0.5	0.07	0.50	0.50			55.0	特開平 1-237095号
比較例4	37	残				0.50	0.50	0.005	0.005	74.0	特開平 1-1271923号

【0025】Siチップ部品は、Siチップ上にφ200μmの電極ランドを周囲に64配置、ピッチ間隔は0.3mmである。プリント基板は、片面配線のガラスエポキシ樹脂基板であり、Siチップと同様に配置し、それらを本発明ハンダ合金のφ300μmのボールでフリップチップ接続した。

【0026】温度サイクル条件は、-40℃（30分）～+125℃（30分）である。

【0027】評価結果として接合部の破断率を表1に記載した。表1から、本発明例はいずれも、従来のハンダ合金に比べ破断率が格段に小さく、耐疲労性に優れてい※

※ることがわかった。

【0028】

【発明の効果】以上説明した如く、本発明のハンダ合金は、特に耐疲労性に優れているばかりではなく、ハンダ自体の強度及び延展性に優れていることから、プリント配線基板にCPUや電子部品を実装する際に用いられるBGA用ハンダに特に適している。また更に、液相線温度はSn-Pb共晶ハンダとほぼ同じであり、ディップハンダ付け、リフローハンダ付け、鍍付け等の既存のあらゆるハンダ付けに対応可能という多くの特徴を有している。

フロントページの続き

(72)発明者 田中 将元  
富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技  
術開発本部内

(72)発明者 遠藤 道雄  
富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技  
術開発本部内

(72)発明者 寺嶋 晋一  
富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技  
術開発本部内  
(72)発明者 橋野 英児  
富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技  
術開発本部内  
(72)発明者 巽 宏平  
富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技  
術開発本部内

(72)発明者 藤島 正美  
埼玉県入間市大字狭山ヶ原158-1 株式  
会社日鉄マイクロメタル内  
(72)発明者 中森 孝  
埼玉県入間市大字狭山ヶ原158-1 株式  
会社日鉄マイクロメタル内  
(72)発明者 鈴木 武和  
千葉県東葛飾郡関宿町元町487 株式会社  
日本フィラーメタルズ内  
(72)発明者 佐藤 匡  
千葉県東葛飾郡関宿町元町487 株式会社  
日本フィラーメタルズ内  
Fターム(参考) 5E319 BB04 BB08



## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a pewter alloy. Furthermore, it is related with the pewter alloy suitable for the minute soldered joint section of the electronic parts used in the environment where the metal fatigue tends to happen by carrying out the load of the repeated stress, such as a temperature cycle, about the pewter ball alloy for BGA used for a detail in case CPU and electronic parts are mounted in a printed-circuit board.

[0002]

[Description of the Prior Art] In case electronic parts are mounted in a printed-circuit board etc., generally the pewter alloy of the Sn-Pb eutectic circumference (Sn63-Pb37) is used widely, and the same pewter component is mainly used also in the pewter ball for BGA (Ball Grid Array) which is increasing rapidly these days. In the printed circuit board included in electronic equipment, and the integrated-circuit-device substrate for which BGA is used, it is put to the bottom of the thermal shock cycle environment where heating cooling is repeated, in connection with ON/OFF of the equipment SUWITCHI concerned.

[0003] If the soldered joint section is put to the bottom of a thermal shock cycle environment, thermal stress will arise according to the coefficient-of-thermal-expansion difference of electronic parts and a printed circuit board. In minute pewter ball connection of the flip chip bonding which attaches especially an integrated circuit chip in a direct substrate, in order to connect a mounting printed-circuit board etc. with Si chip type element with a direct pewter ball, it is very large, KURRAKKU occurs in the pewter of the flip-chip-bonding section according to very big thermal stress generating, and the coefficient-of-thermal-expansion difference of a silicon chip and a printed-circuit board results in destruction. As compared with the jointed member of others [ reinforcement / of a joint pewter ingredient ], since it is weak in material strength, this is because thermal stress concentrates on a joint.

[0004] It corresponds to the part to which the soldered joint section tends to be conventionally destroyed by thermal stress by mounting gestalt design which a component lead is incurvated and eases thermal stress with components, or the correspondence of joint pewters which enlarges the electrode pad of a joint, i.e., the amount, was increased, and a cure, such as raising joint reinforcement as a result, has been made.

[0005] However, since a surface mount and BGA mounting progress in a notebook computer, a video camera, a cellular phone, etc. and contraction of substrate electrode pad area is progressing rapidly especially with high-density-assembly-izing of electronic parts in recent years, it is in the situation that the amount of pewters like a joint must be few-quantified. That is, the reinforcement of a soldered joint part is falling. Moreover, by high density assembly, since high efficiency and a miniaturization progressed, carrying-ization of a signal transduction device also progressed quickly. In addition, the device concerned in the bottom of arctic [ of the desert of the red heat which an economic activity field came to attain to the earth scale, and did not consider conventionally, either, or polar zone high ground ] etc. is used. Under such a situation, the pewter packaging design in consideration of the soldered joint section being put to the bottom of a still severer environment is called for, therefore the demand of fatigue-resistant improvement is increasing to the high intensity-ized list to a pewter ingredient further. To a demand into the above-mentioned pewter ingredient, improvement in on the strength of a pewter ingredient has been achieved by adding the third element into a Sn-Pb system alloy conventionally etc.

[0006] As what added the third element into the Sn-Pb system alloy, by JP,1-127192,A or JP,1-1237095,A, Sb, In, Ag, Cu, Te, nickel, etc. are added, and fatigue resistance is raised. In addition, although various pewter alloys are proposed, it is tried for those many to raise the reinforcement of an alloy, creep resistance, and fatigue resistance by adding the third element to a Sn-Pb system alloy by depositing an intermetallic compound in the grain boundary of Sn phase under pewter organization and Pb phase, controlling coarse-grain-ization of crystal grain with this compound, or making it function as a pin site of pinning which controls plastic deformation.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Fatigue breaking of a pewter is produced when the thermal stress in a

connection concentrates on a pewter ingredient. That is, a connection has only the reinforcement holding elastic deformability and connection, absorbs thermal stress, and is easing the stress by which a load is carried out from a wired member. When the intermetallic compound which has a weak hard property is made to exist more than a constant rate, the spread nature of a pewter is checked and the stress relaxation of a connection is made to decline, although grain boundary sliding and a certain amount of effectiveness to control of destructive crack progress are under a pewter organization and in the grain boundary when an intermetallic compound is distributed and deposited. It is this typical example, and what little Ag was added [ what ] as the third element into the Sn-Pb system alloy as a typical thing of the conventional fatigue-proof pewter, and raised fatigue resistance deposits an  $\text{Ag}_3\text{Sn}$  intermetallic compound, controls grain boundary sliding, and is raising fatigue resistance. However, although reinforcement goes up about 20% as compared with a Sn-Pb system alloy eutectic presentation ( $\text{Sn}_{63}\text{-Pb}_{37}$ ) when little Ag is added as the third element into a Sn-Pb system alloy, stretch decreases about 20% conversely and synthetic fatigue-resistant improvement cost is not so large. That is, a Sn-Pb system pewter alloy with which the pewter excellent in the fatigue-proof needed with the pewter ball alloy for BGA used in case CPU and electronic parts are mounted in a printed-circuit board is a pewter alloy which combines the reinforcement for holding mounting components with the spread nature for easing thermal stress etc., and it is satisfied of such [ conventionally ] reinforcement and spread nature was not found out.

[0008]

[Means for Solving the Problem] A header and this invention completed for as for the reinforcement which was the weak spot of the pewter alloy this invention persons added little Ag as the third element into the conventional Sn-Pb system alloy, and raised fatigue resistance, the alloy which carried out simultaneous adding of Zn and Ag to the Sn-Pb system alloy raising fatigue resistance, as a result of searching for the means which tackles wholeheartedly an improvement of the point whose stretch is lost and raises the fatigue-proof property of a pewter alloy, although it went up.

[0009] This invention 60 to Sn70 mass %, 0.5 to Ag3.0 mass %, 0.001 to Zn0.3 mass %, It is the pewter alloy characterized by consisting of the remainder Pb and an unescapable impurity. Or 60 to Sn70 mass %, 0.5 to Ag3.0 mass %, 0.001 to Zn0.3 mass %, It is the pewter alloy characterized by consisting of 0.1 to Sb2 mass %, the remainder Pb, and an unescapable impurity. Furthermore, 60 to Sn70 mass %, 0.5 to Ag3.0 mass %, 0.001 to Zn0.3 mass %, and Sb0.1 - 2 mass %, It is the pewter alloy characterized by consisting of 0.05 to Cu0.5 mass % and/or 0.001 to nickel0.02 mass %, the remainder Pb, and an unescapable impurity.

[0010]

[Embodiment of the Invention] The pewter alloy of this invention is carried out in view of the lack of spread nature inversely proportional to the improvement in on the strength which was the weak spot of the fatigue-proof pewter of a type conventionally which deposits an intermetallic compound all over pewter solidification structure. That is, it is the pewter alloy which was excellent in the fatigue resistance which has the Sn-Pb system alloy eutectic presentation average or the plasticity beyond it in the spread nature for having sufficient reinforcement needed in order to hold mounting components with still a small amount of [ the pewter alloy itself ] pewter, and easing thermal stress etc., without an intermetallic compound depositing too much all over solidification structure by the solid state by fusing to homogeneity in the state of a liquid.

[0011] The description of this invention, and the alloy which carried out simultaneous adding of Zn and Ag to the Sn-Pb system alloy, \*\* which the alloy which carried out simultaneous adding of Zn, Ag, and the Sb to Sn-Pb system alloy, or a Sn-Pb system alloy understands from the alloy which carried out simultaneous adding of Zn, Ag, Sb, and the Cu -- like By adding Zn of a minute amount with Ag, reinforcement is raised without spoiling the spread nature which ran short conventionally, and it is in the point which is raising fatigue resistance synthetically. The reason for having specified the pewter alloy-content presentation in this invention is explained below.

[0012] Sn takes the eutectic temperature (183 degrees C) to which the melting point becomes the lowest in the eutectic point ( $\text{Sn}_{63}$  mass %), when it alloys with Pb. In order to consider as the component suitable for the junction in the pewter ball for BGA used in case CPU and electronic parts are mounted in a printed-circuit board, it is necessary to make the pewter alloy of this invention into 60 to Sn70 mass %.

[0013] Ag has the effectiveness which carries out the detailed deposit of the intermetallic compounds, such as  $\text{Ag}_3\text{Sn}$ , in the grain boundary etc. at the time of pewter coagulation, controls grain boundary slipping etc., and controls fatigue-breaking progress, when it adds into a Sn-Pb pewter alloy. It does not see, and liquidus-line temperature rises in the addition more than 3 mass %, and an improvement remarkable in fatigue resistance stops being suitable for the pewter for BGA used in case CPU and electronic parts are mounted in a printed-circuit board in the addition smaller than 0.5 mass % in a Sn-Pb pewter alloy.

[0014] Although reinforcement and the pewter which has both of plasticity do not become above-mentioned Sn-Pb with the pewter alloy which added Ag, it can consider as the pewter which has both properties by carrying out simultaneous adding of the Zn to this.

[0015] Although Zn was used as the harmful element since it was generally finished in the fluid fall of a pewter, or

formation of an oxide film and injured the appearance, different behavior was found out in compound addition with Ag. That is, although Zn does not dissolve to Pb, but dissolves to Sn phase and raises mechanical strength by detailed-izing and solid solution strengthening of crystal grain in a Sn-Pb pewter alloy, it has the effectiveness of becoming the deposit nucleus of the Ag-Sn intermetallic compound described above to coincidence, carrying out the distributed deposit of this intermetallic compound, and improving the ductility of a pewter alloy, i.e., fatigue resistance. If the effectiveness does not show up in an addition smaller than 0.001 mass % but Zn adds Zn more than 0.3 mass % on the other hand, the fluidity of a pewter will fall and soldering nature will be checked. Therefore, the amount of Zn of this invention is 0.001 to 0.3 mass %. Furthermore, soldering nature is not checked, but simultaneous adding is carried out to Ag, and the desirable amount of Zn is 0.002 to 0.05 mass % by ductility improvement.

[0016] When Sb is further added to the above-mentioned alloy presentation, there is effectiveness in a low-temperature fracture toughness improvement etc. at mechanical characteristic improvement lists, such as tensile strength, but if an amount increases, the wettability of a pewter will worsen. If an improvement of as opposed to [ when Sb has few additions in a Sn-Pb pewter alloy than 0.1 mass % ] a mechanical characteristic and low-temperature fracture toughness is no longer accepted and it becomes an addition more than 2 mass % on the other hand, wettability will worsen and soldering nature will be checked.

[0017] In this invention, when it is able to ask for the further improvement in the components maintenance reinforcement in the soldered joint section, or creep resistance, Cu and nickel may be added that it is simultaneous or separately.

[0018] Under the present circumstances, Cu makes a crystal detailed in a Sn-Pb pewter alloy, and raises a mechanical strength. However, the melting point will become high if Cu is superfluously added into a Sn-Pb pewter alloy. Cu does not have effectiveness in a mechanical-strength improvement and a fatigue-resistant improvement into a Sn-Pb pewter alloy at an addition smaller than 0.05 mass %, and stops being suitable for the pewter for BGA used in case liquidus-line temperature rises rapidly and mounts CPU and electronic parts in a printed-circuit board, if Cu more than 0.5 mass % is added on the other hand.

[0019] Moreover, in that case, nickel dissolves in Pb in a Sn-Pb pewter alloy, and raises a mechanical strength. However, addition since the solid-solution limit to Pb of nickel is about 0.02 mass % in ordinary temperature, a Sn-nickel intermetallic compound deposits if nickel is superfluously added exceeding a solid-solution limit, and the spread nature of an alloy is spoiled 0.001 - 0.02 mass % is suitable for the amount of nickel.

[0020] A property is not affected even if other components which are specified by Class A of JIS-Z3282, less than [ Bi:0.05 ], less than [ Fe:0.03 ], less than [ aluminum:0.005 ], less than [ As:0.03 ], less than [ Cd:0.005 ], etc. mix as an unescapable element into the pewter alloy of this invention. It does not interfere, even if it contains, if it is the amount of extent in which no elements other than this also influence the property which the alloy of this invention has.

[0021] Although the pewter alloy of this invention has added the high-melting metal, liquidus-line temperature is almost the same as a Sn-Pb eutectic pewter, and is the pewter alloy which it is not only suitable for the pewter for BGA used in case CPU and electronic parts are mounted in a printed-circuit board, but was excellent in the mechanical strength and fatigue resistance which can respond to all soldering of DIP soldering, reflow soldering, \*\* attachment, etc.

[0022] In addition, the pewter ball which has the pewter alloy content of this invention is the gestalt of desirable operation as a minute pewter ball used for BGA etc.

[0023]

[Example] The pewter alloy shown in Table 1 was produced, Si chip and the substrate which are shown below about each were soldered, and what carried out flip chip bonding of it was used as the test piece. The trial performed the temperature cycle spalling test and fatigue resistance was evaluated from the rate of fracture of the soldered joint section after 400 cycles (64 points). This assesment method is the very severe fatigue characterization technique suitable for carrying out flip chip bonding of what used the evaluation pewter alloy as the phi300micrometer ball, evaluating it to a member with a big coefficient of thermal expansion called Si chip and a glass epoxy resin substrate, and evaluating the fatigue property of a minute amount pewter alloy.

[0024]

[Table 1]

	組 成 (重量%)									接合部 破断率 %	備 考
	Pb	Sn	Zn	Ag	Sb	Cu	In	Te	Ni		
実施例1	残	63	0.003	2.0						48.0	
実施例2	残	63	0.050	2.0	0.5					41.0	
実施例3	残	63	0.100	2.0	0.3					42.0	
実施例4	残	63	0.003	3.0	0.3					35.0	
実施例5	残	63	0.003	0.5	0.3	0.10			0.001	38.0	
比較例1	残	63								100.0	共晶ハンダ
比較例2	残	62		2.0						78.0	銀入りハンダ
比較例3	35	残		0.5	0.07	0.50	0.50			55.0	特開平 1-237095号
比較例4	37	残				0.50	0.50	0.005	0.005	74.0	特開平 1-1271923号

[0025] On Si chip, about a phi200micrometer electrode land, around, Si chips are 64 arrangement and pitch spacing is 0.3mm. The printed circuit board was a glass epoxy resin substrate of one side wiring, has been arranged like Si chip and carried out flip chip bonding of them with the phi300micrometer ball of this invention pewter alloy.

[0026] Temperature cycle conditions are -40 degrees C (30 minutes) - +125 degrees C (30 minutes).

[0027] The rate of fracture of a joint was indicated to Table 1 as an evaluation result. the example of this invention all had the alike and small rate of fracture compared with the conventional pewter alloy, and Table 1 showed excelling in fatigue resistance.

[0028]

[Effect of the Invention] As explained above, since especially the pewter alloy of this invention is excellent in the reinforcement and spread nature of the pewter itself, it not only excels in fatigue resistance, but it fits especially the pewter for BGA used in case CPU and electronic parts are mounted in a printed-circuit board. Furthermore, liquidus-line temperature is almost the same as a Sn-Pb eutectic pewter, and it has many descriptions that correspondence in all the existing soldering, such as DIP soldering, reflow soldering, and \*\* attachment, is possible.

[Translation done.]